

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-071667

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl.

C23C 14/34

(21)Application number : 09-233767

(71)Applicant : RAIKU:KK

(22)Date of filing : 29.08.1997

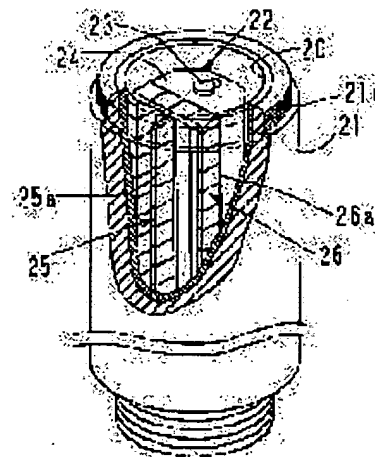
(72)Inventor : NANBU NOBUMASA

## (54) TARGET STRUCTURE OF SPUTTERING DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute sputtering coating formation capable of obtaining uniform coating thickness under the operation of stable magnetic field while a magnet block is fixed.

SOLUTION: A target block with a double cylindrical structure of a target holder 20 and a target material 21 is used. In the case the length in the axial direction of the target material is defined as L and the average radius from the center axis is defined as R,  $0.03 \leq R/L \leq 0.12$  is regulated. A magnet block 22 is arranged at the inside of the hollow part of the target holder 20. The magnet block 22 is composed of a core 24, a primary magnet line 25 linearly arranged along the longitudinal direction of the target material 21 and a pair of secondary magnet lines 26 linearly arranged on both sides thereof.



Best Available Copy

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.04.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3471200

[Date of registration] 12.09.2003

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection] 2003-08637

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection] 15.05.2003

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-71667

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 2 3 C 14/34

C 2 3 C 14/34

B

C

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-233767

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月29日

(71) 出願人 592166403

株式会社ライク

埼玉県川口市安行原795-3

(72) 発明者 南部 信政

埼玉県川口市安行原795-3 株式会社ラ

イク内

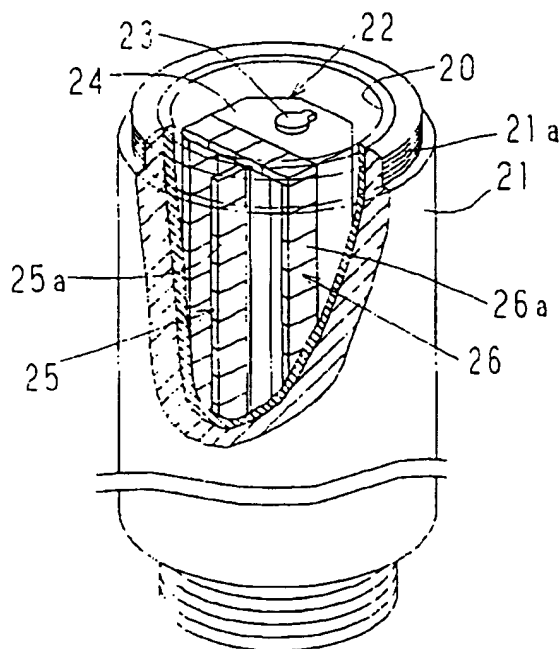
(74) 代理人 弁理士 小林 和憲

(54) 【発明の名称】 スパッタリング装置のターゲット構造

(57) 【要約】

【課題】 マグネットブロックを固定したまま、安定した磁界の作用下で均一な膜厚が得られるスパッタリング成膜を行う。

【解決手段】 ターゲットホルダ20及びターゲット材料21を二重筒構造にしたターゲットブロック12を用いる。ターゲット材料の軸方向長さをL、中心軸からの平均半径をRとしたとき、 $0.03 \leq R/L \leq 0.12$ とする。ターゲットホルダ20の中空部内にマグネットブロック22を配置する。マグネットブロック22は、コア24と、ターゲット材料21の長手方向に沿ってライン状に配置された第1マグネット列25と、その両側にライン状に配列された一対の第2マグネット列26とからなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁界内で成膜を行うターゲットホルダ、スパッタリング装置のターゲット構造において、

成膜中に一方の電極となる筒状のターゲットホルダと、このターゲットホルダの外周面に密着固定された筒状のターゲット材料と、前記ターゲットホルダの中空部内に長手方向に沿って配置されターゲット材料の外表面近傍に磁界を生じさせるマグネットとからなり、前記マグネットは、ターゲットホルダの長手方向に沿って第1、第2に配置され、外周面に向かって一方の磁極を向けた第1マグネットと、この第1マグネットの両側に沿って第3、第4に配置され、外周面に向かって他方の磁極を向けた一方の第2マグネットとから構成されるとき、ターゲット材料の軸方向長さを $L$ 、ターゲット材料の中心軸から外周面までの平均半径を $R$ としたとき、

$$0.03 \leq R/L \leq 0.12$$

としたことを特徴とするスパッタリング装置のターゲット構造。

【請求項2】 前記マグネットは、ターゲット材料の長手方向に間し、中央部がその周囲よりも小さい磁界を生じさせることを特徴とする請求項1記載のスパッタリング装置のターゲット構造。

【請求項3】 前記第1及び第2マグネットは、柱状又は板状をした複数のセグメント磁石をライン状に配列して構成されていることを特徴とする請求項2記載のスパッタリング装置のターゲット構造。

【請求項4】 前記複数のセグメント磁石は共通の形状及び寸法を有し、第1又は第2マグネットの少なくとも一方を構成するセグメント磁石の配列が、ターゲット材料の長手方向に間し、中央部では端部側よりも離散的であることを特徴とする請求項3記載のスパッタリング装置のターゲット構造。

【請求項5】 前記ターゲット材料を加熱して膨張させてからその中空部内にターゲットホルダを挿入した後、冷却することによってターゲットホルダの外周面とターゲット材料の内周面とを密着させて固定したことを特徴とする請求項1記載のスパッタリング装置のターゲット構造。

【請求項6】 加熱したターゲット材料の中空部内にターゲットホルダを挿入した後、ターゲットホルダの中空部内に、その内径よりも大きい外径を有する拡張器具をねじ込みながら挿通することによってターゲットホルダの外周面とターゲット材料の内周面とを密着させて固定したことを特徴とする請求項1記載のスパッタリング装置のターゲット構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はスパッタリング装置に関し、詳しくはターゲット材料を含むターゲット構造の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 化学薄膜や導電性薄膜などの各種の薄膜を形成する際にスパッタリングが行われる。スパッタリングでは、グロー放電で生成された陽イオンを電気的に加速してターゲット材料に衝突させ、これにより叩き出された原子を基板に被着させることによって成膜が行われる。グロー放電のために真空槽内にはアルゴンガスなどの不活性ガスが導入され、化学反応性ガス（ターゲットをけい素等）にはさらに酸素ガス、窒素ガスなどの反応ガスの導入も行われる。スパッタリングで形成した薄膜は、抵抗加熱方式や電子線加熱方式に代表される真空蒸着法で形成した薄膜と比較して、成膜に時間がかかるといった弱点はあるものの、膜構造が緻密で均一、化学的に安定したものが得られ、また基板への付着性の強い薄膜が得られるという利点がある。

【0003】 スパッタリングの成膜効率を向上させるために、成膜中に磁界を併用したマグネット、スパッタリング装置が知られている。この装置では、薄膜の被着対象となる基板とターゲット材料との間に磁界を与え、グロー放電で発生した陽イオンをさらに磁界作用によって加速してターゲット材料表面に衝突させるようにしている。

【0004】 磁界による加速作用を効率的に利用するには、本出願人が特願平8-128483号で提案しているように、ターゲット材料を円筒状にし、その中空部内にマグネットを配置するのがよい。これにより、平板状のターゲット材料を用いる場合と比較して、ターゲット材料の表面近傍に広い範囲にわたって均一な磁界が得やすくなり、成膜効率をより向上させることが可能となる。さらに、ターゲット材料に対する磁界作用を均一化するために、磁界の発生に用いられているマグネットとターゲット材料とのいずれかを他方に対して相対的に移動させることも種々提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、ターゲット材料に対してマグネットを相対的に移動させる構成を採った場合、磁界作用の均一化によりターゲット材料の利用効率及び膜厚の均一化を図ることができものの、ターゲット構造が複雑になってスパッタリング装置の製造コストが高くなり、また小型化の上でも不利である。

【0006】 本発明は上記従来技術を考慮してなされたもので、ターゲット材料に対してマグネットを固定して用いたとしても、ターゲット材料の表面近傍に生じる磁界を均一にし、結果的に装置の製造コストを低く抑えるとともにその小型化を可能としたスパッタリング装置のターゲット構造を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明のターゲット構造は、成膜中に一方の電極となる筒状のターゲットホルダ

と、このターゲットホルダの外周面に密着固定された筒状のターゲット材料と、前記ターゲットホルダの中空部内に長手方向に沿って配置されターゲット材料の外表面近傍に磁界を発生させるマグネットとからなり、前記マグネットは、ターゲットホルダの長手方向に沿ってラジアル状に配置され、外周面に向かって一方の磁極を向けた第1マグネットと、この第1マグネットの両側に沿ってラジアル状に配置され、外周面に向かって他方の磁極を向けた一方の第2マグネットとから構成される。そして、ターゲット材料の軸方向長さを $L$ 、ターゲット材料の中心軸から外周面までの平均半径を $R$ としたとき、

$$0.03 \leq R/L \leq 0.12$$

を満足させるようにしてある。

【0008】ターゲット材料の軸方向長さを $L$ 、ターゲット材料の中心軸から外周面までの平均半径 $R$ と、この比を上記の範囲に収めることにより、前記第1及び第2マグネットによってターゲット材料の表面近傍に発生する磁力線は、ターゲット材料表面の母線に直交するループ面を形成するとともに、長手方向についてはほぼ均一な分布となるため、マグネットを固定式に用いても良好な磁界作用のもとで成膜を行うことが可能となる。

【0009】上記 $R/L$ の値が上記範囲よりも大きくなると、ターゲット材料の表面近傍に発生する磁力線の向きが揃いにくくなり、 $R/L$ の値が上記範囲よりも小さくなると、長手方向の中央部の磁界密度がその周囲よりもかなり大きくなり、いずれにしても磁界の均一化が困難になる。なお、上記範囲内であれば、 $R/L$ の値を小さくすることによって長手方向の中央部の磁界密度がその周囲よりも大きくなる傾向を示したとしても、ターゲット材料の長手方向に関してマグネットによる磁界に強度分布をもたせ、中央部がその周囲よりも小さくなるようにしておくことによって調整が可能である。第1及び第2マグネットには、圧板又は板状をした複数のセグメント磁石を配列して用いるのがコスト面で有利であり、また形状及び寸法を共通にしたものを用いるのが製造上簡便である。そして、ターゲット材料の長手方向に関して磁界強度に分布をもたせるには、セグメント磁石の配列を中央部で離散的にすればよい。

【0010】成膜工程中のグロー放電を安定に維持するには、電極となるターゲットホルダの外周面とターゲット材料との内周面とを密着させることが重要であり、これになる。本発明のターゲット構造ではこの点についても改良がなされている。その形態は、ターゲット材料を加熱して膨張させてからその中空部内にターゲットホルダを挿入した後、冷却することによってターゲットホルダの外周面とターゲット材料の内周面とを密着させて固定するものである。

【0011】また、加熱したターゲット材料の中空部内にターゲットホルダを挿入した後、ターゲットホルダの中空部内に、その内径よりも大きい外径を有する成膜治

具を押し込みながら挿通することによってターゲットホルダの外周面とターゲット材料の内周面とを密着させる形態も有効である。いずれにせよ、従来多用されていたシリコン・ガラス層などの中間層を用いることなく、ターゲットホルダ外周面とターゲット材料内周面との間の密着固定が行われ、グロー放電を安定に維持するだけでなく、製造コストを抑える上でも有利である。

【0012】

【発明の実施の形態】図1には本発明を適用したスパッタ装置の概略を示す。真空槽2は、四角筒形状をしたベアプレート5を有し、その上面及び底面をそれぞれ密閉に覆う蓋4、ベースプレート5からなり、この真空槽2の内部空間でスパッタリング成膜が行われる。ヘルシヤ本体3及び蓋4は、適宜の昇降駆動機構6によってベースプレート5に対して昇降自在であり、また蓋4は適宜のヒューズ機構によりヘルシヤ本体3に対して開閉自在となっている。これらは、真空槽2内のターゲット材料あるいは薄膜の破着対象となる基板を交換する際、さらには点検整備などの作業時に適宜に移動され、開放される。なお、これらの作業のためにヘルシヤ本体3の周面に開閉式のドアや窓を設けることも可能である。

【0013】真空槽2の横断面を図2に概略的に示す。ベースプレート5のほぼ中央には排気孔5aが形成されている。油圧駆動ポンプや分子ターボポンプ、スクロール型ドライ真空ポンプなどの適宜の真空排気装置7により排気孔5aを通して排気が行われ、真空槽2の内部を10<sup>-4</sup> Torr以下の高真空にすることができ、

【0014】真空槽2の内部にはドラム状の基板ホルダ8が設けられている。基板ホルダ8は、その底面側がベースプレート5によって回転自在に支持されており、スパッタリングを行うときに適宜に回転させることができる。基板ホルダ8は導電性を有し、ヘルシヤ本体3及び蓋4、さらにベースプレート5に対して電氣的に絶縁されており、スパッタリングを行うときには陽電極として用いられる。この基板ホルダ8には、薄膜の破着対象となるガラスレンズ、プラスチックレンズあるいは平板ガラスなどの基板10が保持される。なお、基板ホルダ8に対して基板10が回転できるように保持し、例えばギヤ機構などの回転装置によって基板10を垂直な軸の回りに回転させる構造にすることも可能である。これに代わって、一面の真空引きで基板10の表裏いずれの面にも薄膜の破着が可能となる。

【0015】真空槽2の内部の四隅には円筒状のターゲットブロック12が設置され、さらにターゲットブロック12の各々を取り囲むように導電性を有する回転式のシャッタ13が設けられている。ターゲットブロック12は陰電極となって基板ホルダ8との間で放電を発生させるが、図示のようにシャッタ13がターゲットブロック12と基板ホルダ8との間に移動しているときには成膜は行われない。なお、成膜時にターゲットブロック1

2が他のターゲットブロック12からの飛散粒子で汚染されることを防ぐために、各ターゲットブロック12を相互に正面するように、ベースプレート5に遮蔽板を設置しておいてもよい。

【0016】ホルダ本体3にガス供給パイプ15、16が接続され、その一方から例えばアルゴンガスなどの放電ガスが真空槽2内に導入される。他方のガス供給パイプからは化学反応性ガス（例えば酸素）を供給するときには、酸素などの反応ガスが導入される。真空槽2内において、放電ガスの供給口はターゲットブロック12の近傍に設けられ、反応ガスの供給口は基板ホルダ8の近傍に位置している。これにより、ターゲット材料近傍では放電ガスの分圧密度を高く、基板10の近傍では反応ガスの分圧密度を高くすることができ、例えばターゲット成膜中にターゲット材料近傍でアーク放電を安定化させるとともに、ターゲット材料の表面自体が反応ガスに直接的に曝露されて化学反応してしまうことを防ぐ。

【0017】ベースプレート5に冷却水の供給、排出パイプ17a、17bが設けられている。供給パイプ17aからの冷却水は真空槽2内に設置された配管を通じてターゲットブロック12に導かれ、成膜工程中にターゲット材料が過熱することを防止する。

【0018】図3及び図4にターゲット構造の概略を一部破断して示す。ターゲットブロック12は、導電性を有するステンレス製あるいは銅製の円筒状をしたターゲットホルダ20と、ターゲットホルダ20の外周面に内周面を密着させて固定した円筒状のターゲット材料21とからなる。ターゲット材料21の半径をR、長さをLとしたとき、

$$0.03 \leq R, L \leq 0.12$$

を満足するようにその寸法が決められ、さらにその厚みを考慮してターゲットホルダ20の外径と長さが決められる。

【0019】ターゲットホルダ20の下端側にはネジがまわされており、ベースプレート5に設けられた電極リベット部に対して電気的に接続され、また機械的に固定される。また、ターゲット材料21の上端部には冷却溝21aが切られており、この冷却溝21aは図4に示すように冷却水の供給管22をねじ込み固定するために用いられ、両者間にはOリング30が係合込まれる。

【0020】ターゲットホルダ20の中空部内にはベースプレート5に固定されたターゲットブロック12が配置され、これによりターゲット装置のターゲット構造が構成される。ターゲットブロック12は、ベースプレート5に立設されたコネクタ23で支持された鉄製のコネクタ24と、コネクタ24に固定された第1マグネット列25と、第1マグネット列25を取り囲むようにコネクタ24に固定された第2マグネット列26とからなる。

【0021】第1、第2マグネット列25、26はターゲットホルダ20の長手方向に沿って延ばされ、特に第

2マグネット列26は第1マグネット列25を中心に対称するように延びた部分を主要部としている。ターゲットホルダ20の内周面に向けられた側の磁極は、第1マグネット列25がN極、第2マグネット列26がS極となっている。そして、各々の磁極の先端とターゲットホルダ20の内周面まではほぼ等距離にしている。したがってターゲット材料21の任意の横断面においては、図4に破線で示すような多数の磁力線が生まれ、その端面はターゲット材料21の内周面との母線と直交する。なお、ターゲット材料21の長手方向については主として同様の磁力線が得られ、筒状をしたターゲット材料21の全周周面から、基板ホルダ8側に対面したほぼ等距離にわたって均一な磁界が得られるようになる。

【0022】前記第1マグネット列25には1枚の板状にした永久磁石を用いることができ、また第2マグネット列26には、第1マグネット列25の4周を取り囲むように、4枚の板状の永久磁石を用いることができる。図示の例では、これらの第1、第2マグネット列25、26をそれぞれ複数のセグメント磁石25a、26aを配列して構成してある。各々のセグメント磁石25a、26aは同じ形状、寸法をした小片板状のもので、例えばターゲット材料21の長手方向に沿う縦長さが15mm、横長さが10mm、厚みが5mm程度のものを用いることができる。

【0023】ターゲットホルダ20の中空部は、上記ターゲットブロック12の設置スペースになるほか、冷却水の流路としても用いられる。ターゲットホルダ20の中空部内に冷却水を通すことによってターゲットホルダ20及びターゲット材料21の過熱を防止ことができ、アーク放電を安定に保ち、またターゲット材料21の不要な化学反応を防ぐことができる。

【0024】上記のターゲット装置を用いて成膜を行うにあたっては、まず昇降旋回機構9を動作させてホルダ本体3及び蓋4を開閉し、各々のターゲットホルダ20にターゲット材料21を装着する。また、基板ホルダ8にはシラや平板ガラスなどの基板10を保持させ、その一方の面をターゲットブロック12側に向ける。なお、各ターゲットホルダ20には同様のターゲット材料21を装着してもよいし、多層膜を成膜する際には、ターゲットホルダごとに異種のターゲット材料21を装着することも可能である。

【0025】ホルダ本体3及び蓋4を開し、真空排気装置7を動作させて真空引きを開始する。真空槽2を1.0×10<sup>-6</sup>Torr（ター）の高真空にした後、放電ガスと反応ガスを所定の混合比で導入し、例えば真空槽2内を1.0×10<sup>-6</sup>～1.4×10<sup>-4</sup>Torr（ター）に保つ。ガス供給パイプ15、16には調整弁18が組み込まれており、これらを制御することによって、放電ガスと反応ガスの混合比及び真空槽2内の圧力を適宜に調節することができる。

【0026】ターゲットホルダ20に冷却水を通し、シャッタ13が全て閉じられていることを確認した後、基板ホルダ3（陽極）とターゲットホルダ20（陰極）との間に例えば3kWの直流電力を供給する。これにより導電性のシャッタ13を通して放電が開始され、基板ホルダ8とターゲットブロック12との間には放電ガスのプラズマが生成される。そして、この条件下で基板ホルダ8を10R.P.M.程度で回転させてから、シャッタ13を開いてスパッタリング成膜を開始する。

【0027】シャッタ13を開放すると、ターゲット材料21の近傍にはプラズマ状態になった放電ガスが豊富に分布しているから、放電ガスが電離して生じる陽イオンは勢いよくターゲット材料21の表面に衝突する。これによりターゲット材料21の表面からその原子が叩き出され、これが基板10の表面に附着して薄膜の形成が行われる。ターゲットホルダ20内のマズネットブロック22は電界と直交する向きに磁界を生じさせているため、放電とともに基板ホルダ8から飛び出ている電子は螺旋運動を生じさせ、その平均自由行程を大きくする。これにより放電ガス分子との衝突の確率が大きくなって放電ガスの電離が促進され、成膜効率を高めることができる。

【0028】ターゲットホルダ20の全てに同種のターゲット材料21を装着しているときには、シャッタ13の全てを開放し、基板ホルダ8を回転させながら全てのターゲットブロック12を利用して成膜が行われる。このように、基板ホルダ8を回転させながら成膜を行うと、基板10には様々な方向からスパッタリングが行われ、ターゲットブロック15との相対位置は無関係になり、方向性のない均一な膜厚で成膜を行うことができる。

【0029】また、ターゲットホルダ20のいくつかに別の種類のターゲット材料21を装着したときには、基板10に形成する薄膜の層構造に応じ、適宜のシャッタ13を選択的に開放、閉止して成膜を行う。さらに、基板10の片面への成膜を終えた後には、他方の面をターゲットブロック12側に向け、真空槽2の排気を一回行うだけで、基板10の両面に薄膜を附着させることが可能となる。

#### 【0030】

【実施例】ターゲット材料21に円筒形（外径4.5mm、内径3.5mm、長さ40.0mm）に成形した金属タンタルを用い、アルゴンガスを放電ガスとし、酸素ガスを反応ガスとして導入しながらスパッタリングを行い、基板10に附着された酸化タンタル（Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>）の薄膜の膜厚分布を検証した。放電条件は次のとおり。

アルゴンガス分圧 1.1×10<sup>-3</sup>Torr

酸素ガス分圧 1.3×10<sup>-3</sup>Torr

基板ホルダの径 30.0mm

ターゲット材料と基板間の最短距離 7.0mm

成膜時の入力電力 3kW

放電電流 46.0mA

【0031】マズネットブロック22に関しては、コア24を磁鉄とし、第1、第2マズネット列25、26を前述した15×10×5mmのセグメントにした小片板状のセグメント磁石25a、26aを均一に配列して構成し、セグメント磁石25a、26aにはNd—Fe—B合金からなる永久磁石を用いた。また、第1、第2マズネット列25、26の各磁極をターゲットホルダ20の内周面に内接させてある。このマズネットブロック22の使用により、ターゲット材料21の表面近傍において、最大で約4000ガウスの磁束密度が得られた。

【0032】さらに、マズネットブロック22による磁界作用を確認するために、マズネットブロック22の長手方向に関し、その中央部で磁束密度が低くなるように調整したものを用いて同様の放電条件のもとで成膜を行った。中央部の磁束密度を低くするためには、図5（A）にハッチングで示すように、第1、第2マズネット列25、26を構成しているセグメント磁石25a、26aの相互間に非磁性体27を挿入である。セグメント磁石25a、26aが配列の中央部で最も離散できるように、非磁性体27の長さを15mm、11mm、3mm、5mmの4種類とし、中央部に関して左右対象となるように介装した。なお、非磁性体27を用いずに、単にセグメント磁石25a、26aの配列間隔を開けてもほぼ同様の作用が得られる。

【0033】図5（B）に通常のマズネットブロック22と、中央部で磁束密度が低くなるように調整したマズネットブロックとの相対磁束密度を示す。同図中、破線が通常のマズネットブロック22によるもの、実線が調整後のマズネットブロックによるものを表している。通常のマズネットブロック22では中央部の磁束密度が大きく、端部側で徐々に小さくなっていくのに対し、調整後のマズネットブロックでは中央部が低く、その両側に2つのピークをもっていることが分かる。調整後のマズネットブロックは、調整前のものと比較してトータルの磁束密度が小さくなっているが（中央部では40%程度まで低下）、その最大値と最小値との差が小さく、長手方向に関してより均一化された磁界を発生する。

【0034】成膜実験を行い、マズネットブロックの長手方向に関する膜厚分布を測定した結果を図5（C）に示す。破線は通常のマズネットブロック22を用いたもの、実線は非磁性体27を用いて調整したマズネットブロックを用いたものを示す。これらと比較すると、図5（B）に示す相対磁束密度の分布特性に於て、調整後のマズネットブロックを用いた方が膜厚分布も均一化されていることが分かる。なお、通常のマズネットブロック22を用いた場合であっても、ターゲット材料21の半径Rと長さLとの比が

$$0.03 \leq R/L \leq 0.12$$

の範囲内であれば、両端部を除き、中央部を含む大部分の範囲内で膜厚分布がほぼ均一となるから、両端部を遮蔽板で隠して成膜を行えば真用に供することが完全に可能である。

【0035】図4中、一点鎖線で示した膜厚分布は、ターゲット材料21の外径を50mmにしたものを用いた場合で、サブストロコックには調整後のものを用い、他の条件は同様にしてある。ターゲット材料21の半径Rと長さLとの比が小さくなると、中央部での膜厚低下が小さくなっていく傾向が確認された。

【0036】上記のように、ターゲット材料21を円筒状にして用い、しかもその半径Rと長さLとの比を

$0.03 \leq R/L \leq 0.12$  の範囲にしておくと、従来のようにターゲット材料を板状にしたものと比較して磁界の作用を均一化する上で格段に有利となり、ターゲット材料21の長手方向に関し、成膜時の膜厚分布も均一にすることが可能となる。なお、ターゲット材料21を筒状にするにあたっては、必ずしも円筒形状だけに限られず、例えば多角形筒状のものにしてもよい。この場合、前記半径Rは中心軸から周面までの平均半径となる。

【0037】以上のように、本発明に用いられるターゲットプロック12はターゲットホルダ20とターゲット材料21との二重筒構造をしているが、ターゲットホルダ20の外周面とターゲット材料21の内周面との密着固定もまた、成膜時の放電を安定に保つうえで重要なポイントとなる。

【0038】従来においては、放電時に一方の電極となるターゲットホルダにターゲット材料を密着固定するには、導電性に富むインジウムをシール材に用いるのが通常であり、ターゲットホルダ及びターゲット材料がそれぞれ平板状のものであるときには簡便な手法となっていた。ところが、本発明に用いられている二重筒状のターゲットプロック12に同様のインジウムシールを適用しようとする、その作業がきわめて煩雑なものとなる。

【0039】さらに、スプラッタで成膜が進んでターゲット材料が消耗し、ターゲットプロックの表面にわずかもインジウムシールの部分が露出すると、インジウムは沸点が低いため真空槽2内にインジウムが飛散してしまい、真空槽内部の環境が面倒であるという難点がある。このため、インジウムシールを用いた場合にはターゲット材料の消耗に応じ、かなりの安全度をみてターゲット材料の使用内厚限界を決めておく必要がある。

【0040】この点、本発明のターゲットプロック12は、インジウムシールなどのシール材を用いることなくターゲットホルダ20とターゲット材料21との密着固定を行っている。したがって、ターゲット材料に使用内厚限界はあるものの、インジウムシールを用いた場合と比較して異物の飛散が軽減であるため使用内厚限界をより有利に決めることが可能となる。

【0041】図7は、本発明に用いられるターゲットプロック12の製作手順の一列を概念的に示す。電気炉32にターゲット材料21を入れ、ヒータ33で加熱する。均一な加熱のためにターゲット材料21の外周面にはカーボン布34を巻いてある。そして、電気炉32内に100℃の熱の割合でアルゴンガスを供給しながら、カーボン布34の表面温度を監視しながら徐々に加熱を行う。続いて電気炉32の蓋を開け、完全に冷却したホルダ材35をターゲット材料21の中空部内に挿入する。そして電気炉32内で徐冷した後、これらを電気炉32から取り出し、ホルダ材35に後加工を施してターゲットプロック12を得る。

【0042】上記手法を採用する場合において、ターゲット材料21の線膨張率を $\alpha_A$ 、ホルダ材35の線膨張率を $\alpha_B$ とし、ターゲット材料21の内径を $\phi_A$ 、ホルダ材35の外径を $\phi_B$ とすると、まず前加工の段階(25℃状態)で「 $\phi_A = \phi_B - \beta$ 」(但し、 $\beta = 0.01 \sim 0.5$ mm程度)にしておく。ターゲット材料21を $T_v$ ℃まで加熱したとすると、「 $\phi_A (T_v - 25) + \beta$ 」となる。

$$\phi_A (1 + \alpha_A (T_v - 25)) > \phi_B$$

が成り立つから、ターゲット材料21の中空部内に簡単にホルダ材35を挿入することができ、そして、冷却によってターゲット材料21が収縮するから、両者は機械的に完全に密着した状態となる。上記手法は $\alpha_A \leq \alpha_B$ 、 $\alpha_A > \alpha_B$ のいずれの場合でも適用でき、 $\alpha_A > \alpha_B$ の場合には $\beta$ の値を小さくすることができる。

【0043】ターゲット材料21にタングステン、ホルダ材35に銅を用いた場合の具体例について説明する。ターゲット材料21は、25℃において内径が50.00mm、外径が60.00mm、長さが500mmで、10℃～50℃での線膨張率 $\alpha_A$ は $6.3 \times 10^{-6}$ である。ホルダ材35は、25℃において内径が43.00mm、挿入部分の外径が50.10mm、挿入部分の長さ500mmで、10℃～50℃での線膨張率 $\alpha_B$ は $16.2 \times 10^{-6}$ である。なお、ホルダ材35の挿入部分は外径が56.00mm、長さが100mmとなっている。

【0044】図7に示すように、ターゲット材料21をカーボン布34で包んで電気炉32に入れ、その下部からアルゴンガスを100℃の熱の割合で供給しながら50℃まで加熱した。ホルダ材35についてはアルゴンガスで冷却し、表面温度が-60℃になるまで冷やしておき、電気炉32内でターゲット材料21の温度が650℃に達した時点で電気炉32の蓋を開き、冷却したホルダ材35を速やかにターゲット材料21の中空部内に挿入した。電気炉32内で100℃の長時間の割合で徐々に温度を下げ、6時間後に取り出した。そして、ホルダ材35に後加工を施してターゲットプロック12を得た。



【0045】このようにして得たターゲットブロック12を用い、ターゲットホルダ20の銅表面が露出するまでスパッタリング成膜を行った。銅が露出するまでの間は全く異なる成膜を行うことができ、また銅が露出した時点で真空槽20内の放電色が白灰色から赤黄色に変化した。これは、タングステン銅との両者の放電であり、基板10には七吸収率が高い薄膜が形成された。なお、上記ターゲット36にアルミニウムを用いて同様の手順でターゲットブロック12を製作したが、良好な結果が得られている。この時のターゲット材料21の加熱温度は350°Cである。

【0046】図3にターゲットブロック12の他の製作法を示す。ターゲット材料21はタングステン、ホルダ材36はアルミニウムである。ターゲット材料21の内径は50.00mm、外径は60.00mm、長さは300mmである。このターゲット材料21に予め図示した形状のホルダ材36を挿入する。ホルダ材36は、挿入部の外径が45.50mm、外径が49.90mm、挿入部長さが500mmである。一端側にフランジ部が形成され、その外径は56mm、内径は47.00mmで、フランジ部と挿入部との内径差は、5mm幅のテーパ面36aで連絡してある。

【0047】常温下で、図3に示すようにターゲット材料21の中空部内にホルダ材36を挿入し、両者を別途機械的手段で固定しておく。そして、ホルダ材36の中空部内に高圧ガスを流しながら、フランジ部側から拡張治具38をねじ込む。拡張治具38の外径はホルダ材36の内径よりも0.02mm大きくし、45.70mmとした。拡張治具38の回転速度は20〜50RPMとし、押し込み速度は10mm/分にした。

【0048】上記拡張治具38を一回挿通させた後、それよりも外径が0.02mm大きい別の拡張治具を同様にしてねじ込んで挿通させる。同様の手順で、合計7回にわたって外径を0.02mmずつ大きくした拡張治具をねじ込んだ。これによりホルダ材36の内径が押し広げられ、ターゲット材料21の内周面との強固な密着が得られた。こうして得たターゲットブロックを用いて、良好なスパッタリング成膜を行うことができた。

【0049】上記拡張治具を用いたターゲットブロックの製作を行う際に、ホルダ材36の外周面とターゲット材料21の内周面に隙を切り、拡張治具をねじ込む前のホルダ材36とターゲット材料21との機械的な固定を両者の隙間で得たものは、スパッタリングの進行に伴ってホルダ材36の表面が露出した瞬間に急に真空槽20内の真空度が劣化した。

【0050】これは、ホルダ材36とターゲット材料21との接合部における空間内にガスが残っていたことが原因であると考えられるが、逆に、この真空度の劣化によりターゲット材料21が使用限界に達したことを判別することが可能である。さらに、両者が接合部を介し

て密着しているためその接触面積が大きく、スパッタリングが正常に行われていた間には大きな放熱効果を得られるという利点も得られる。

【0051】なお、図7及び図8に示すターゲットブロックの製作法は、ターゲットホルダ内に配置されるターゲットブロックの形状や構造の如何にかかわらず適用性があり、マゼネトロンスパッタリング装置だけでなく、ターゲットホルダ及びターゲット材料を二重筒構造にして用いる全てのスパッタリング装置に等しく適用することができる。

【0052】以上、図示した実施形態にしたがって本発明について説明してきたが、本発明は特許請求の範囲に記載された範囲内で他の形態のもとでも実施可能である。例えば、ターゲット材料やターゲットホルダの材質は、スパッタリング技術で周知である種々のものを選択することが可能であり、マゼネトロンスパッタリングについても様々な永久磁石はもとより、電磁石を用いることも原理的には可能である。また、ベントリ本体の形状にしても必ずしも四角筒状のものに限らず、円筒形状のものを用いたり、さらに基板ホルダの内周側にターゲットブロックを配置したものにも本発明は適用可能である。

【0053】

【発明の効果】上述のように、本発明のターゲット構造を用いることによって、マゼネトロンスパッタリングを行う際に、ターゲット材料の表面に安定した磁界を作ることが可能となり、プラズマ放電の安定化、成膜効率の向上、基板上に成膜される薄膜の膜厚の均一化が達成され、低コストで薄膜の形成を行うことができる。また、安定した磁界を得るために、従来のようにマゼネトを移動させることを要しないため、スパッタリング装置自体の製造コストも低く抑えることができ、メンテナンスも容易になる。さらに、二重筒状にしたターゲットブロックを製作するためには、従来のようにインジウムガールを用いずに済むため、ターゲット材料の使用限界を超えて不用意に使用するようなことがあったとしても、真空槽内部の復旧が容易である。

【図面に簡単な説明】

【図1】本発明を用いたスパッタリング装置の外観図である。

【図2】図1に示すスパッタリング装置の要部を示す概略横断面図である。

【図3】ターゲット構造の概略を示す部分横断面図である。

【図4】図3に示すターゲット構造の要部横断面図である。

【図5】磁束密度分布に変をもたせたターゲットブロックの概略図及び、これによる相対磁束密度、相対的着弾率の分布特性を表す特性図である。

【図6】ターゲットブロックの要部縦断面図である。

【図7】ターゲットブロックの製作過程を示す説明図で

ある。

【図8】ターゲットアーク溶接の製作過程を示す説明図である。

【符号の説明】

2 真空槽

3 ベルジヤ本体

12 ターゲットブロック

13 ショック

20 ターゲットホルダ

21 ターゲット材料

22 マグネットブロック

24 コア

25 第1マグネット列

26 第2マグネット列

25a、26a セグメント磁石

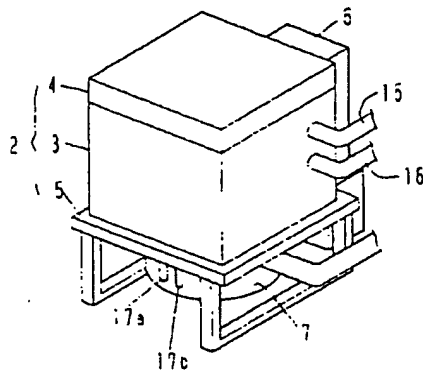
27 非磁性体

32 電気炉

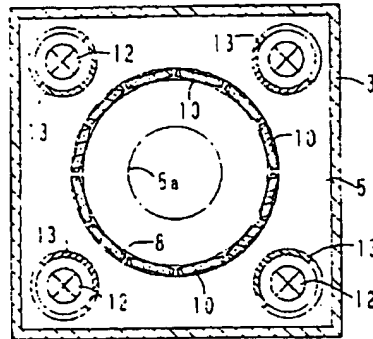
35、36 ホルダ材

33 花間治具

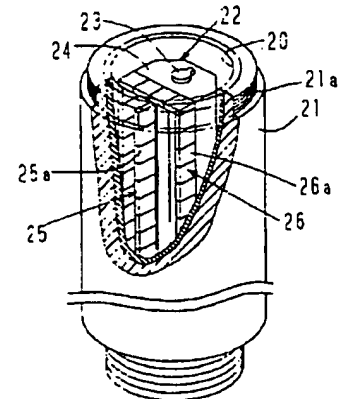
【図1】



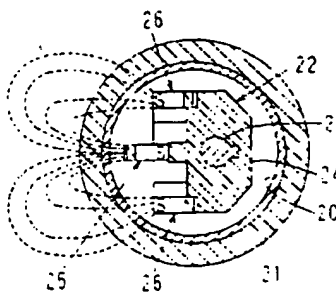
【図2】



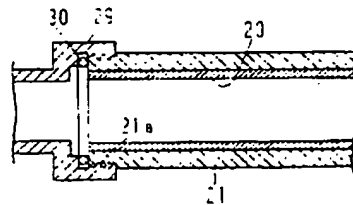
【図3】



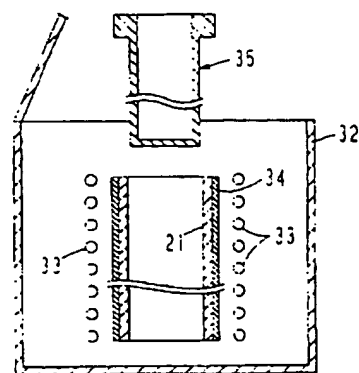
【図4】



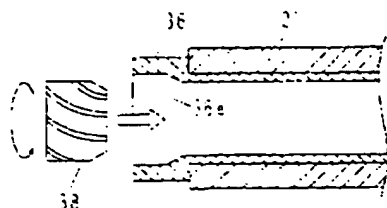
【図5】



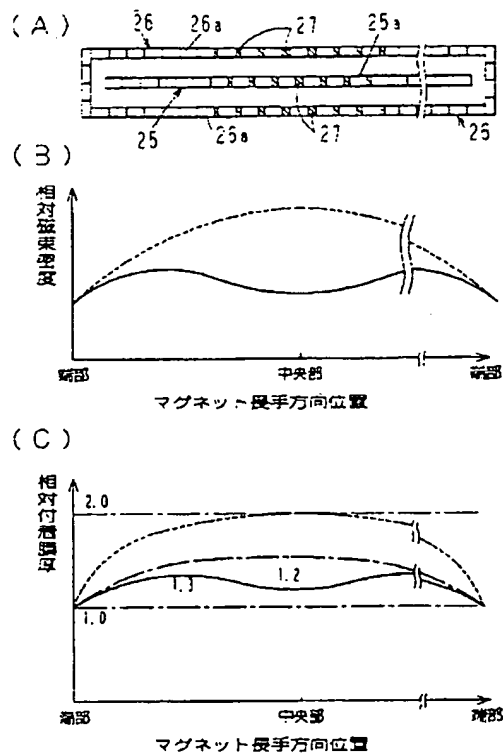
【図6】



【図7】



【図5】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**